

ANALISA PENGUJIAN BUSHING PADA TRANSFORMATOR TENAGA DI GARDU INDUK WONOGIRI 150 KV



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD JUNDU MAULANA

D 400 140 081

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGUJIAN BUSHING PADA TRANSFORMATOR TENAGA
DI GARDU INDUK 150 KV
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MUHAMMAD JUNDU MAULANA

D 400 140 081

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Jatmiko, M.T

NIK. 622

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS PENGUJIAN BUSHING PADA TRANSFORMATOR TENAGA DI
GARDU INDUK 150 KV

OLEH
MUHAMMAD JUNDU MAULANA
D 400 140 081

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari9, Juni 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Jatmiko M.T
(Ketua Dewan Penguji)
2. Hasyim Asy'ari, ST.MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Supardi, ST.MT
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 21 Mei 2018

Penulis



MUHAMMAD JUNDU MAULANA
D400140081

ANALISIS PENGUJIAN BUSHING PADA TRANSFORMATOR TENAGA DI GARDU INDUK 150 KV

Abstrak

Transformator adalah alat untuk menyalurkan tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Pada transformator terdapat komponen bushing yang berfungsi untuk menghubungkan kumparan transformator dengan rangkaian luar jaringan dan mendistribusikan tegangan ke konsumen. Perawatan dan pengujian pada bushing sangat perlu di perhatikan agar bushing tersebut dapat terhindar dari kerusakan. Tujuan penelitian ini adalah membahas tentang analisa pengujian transformator di tenaga PT. PLN (Persero) Gardu Induk Wonogiri. Pada bushing terdapat pengujian yang bertujuan untuk memastikan apakah bushing tersebut masih dalam kondisi layak di gunakan atau mengalami kerusakan. Metode untuk pengujian bushing menggunakan metode tan delta bushing yang bertujuan untuk memastikan apakah bushing tersebut masih layak di gunakan atau mengalami kerusakan dan menghindari panas pada bushing. Jika hasil nilai tan delta pada bushing di bawah 0,5 % maka bushing tersebut masih dalam kondisi layak digunakan sedangkan jika nilai tan delta pada bushing melebihi 0,5 % maka perlu dilakukan pengecekan atau mengganti bushing tersebut. Penelitian pengujian bushing pada transformator kali ini menunjukkan bahwa bushing dalam kondisi di bawah nilai 0,5 % sehingga bushing masih dalam kondisi baik.

Kata Kunci: pengujian bushing, tan delta transformator, transformator.

Abstract

Transformer is a tool to deliver high voltage to low voltage or vice versa. In the transformer there is a bushing component that serves to connect the transformer coil with the circuit outside the network and distribute the voltage to the consumer. Treatment and testing on bushing is necessary to note so that the bushing can avoid damage. The purpose of this study is to discuss about the analysis of transformer testing at PT. PLN (Persero) Substation Wonogiri. In bushing there is a test that aims to ascertain whether the bushing is still in a condition worthy of use or damage. Method for testing of bushing using tan delta bushing method that aims to ascertain whether the bushing is still feasible in use or suffered damage and avoid heat in the bushing. If the result of tan delta value on bushing is below 0.5% then the bushing is still in reasonable condition whereas if the value of tan delta at bushing exceeds 0.5% it is necessary to check or replace the bushing. Bushing testing research on transformer this time shows that the bushing in condition below the value of 0.5% so that the bushing is still in good condition.

Keywords: testing bushing, tan delta transformer, transformer.

1. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang kebutuhan listrik di Indonesia semakin bertambah, tidak hanya kebutuhan listrik rumah atau pribadi melainkan kebutuhan lainnya seperti kebutuhan listrik di gedung-gedung dan pembangunan juga membutuhkan energi listrik yang sangat besar. Fungsi utama sistem tenaga listrik yaitu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik setiap konsumen secara terus menerus oleh

sebab itu, penggunaan teknologi canggih terus di gunakan sehingga penduduk Indonesia mendapat pasokan listrik setiap harinya, pada gardu induk terdapat teknologi yang membantu menyalurkan energy listrik lalu di distribusi ke konsumen seperti transformator tenaga. Transformator memiliki peranan yang sangat penting dalam pendistribusian listrik seperti yang dilakukan oleh PLN, transformator juga memiliki peranan penting dalam pendistribusian listrik dari PLN ke MES (*Media Energy Supply*) sampai ke gedung – gedung pengguna daya listrik dari PLN (Suripto, 2016).

Transformator merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya atau tenaga dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Agar menghindari kesalahan dan gangguan pada transformator terdapat perawatan dan pengujian yang di terapkan guna meningkatkan kehandalah sistem seperti pengujian bushing transformator. Bushing merupakan sebuah konduktor yang menghubungkan kumparan transformator dengan jaringan luar (Novriansyah, 2016). Bushing terdiri dari sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator. Isolator tersebut berfungsi sebagai penyekat antara konduktor bushing dengan body main tank transformator (Fadly ,2014).

Pengujian bushing transformator merupakan tahapan terpenting sebelum alat tersebut digunakan setiap harinya, karena dengan adanya suatu pengujian kita dapat mengetahui kinerja dari alat yang di uji, apakah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang di targetkan, serta dari hasilnya kita dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alat yang di uji. Pengujian bushing di gardu induk wonogiri 150 Kv meliputi metode isolasi bushing dan pengujian tan delta, metode isolasi bushing merupakan metode dengan memberi isolasi kertas khusus pada konduktor bushing sementara pengujian tan delta pada bushing di lakukan agar mengetahui kondisi tahanan isolasi pada bushing.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian

Sebelum melaksanakan penelitian perlu membuat rancangan penelitian. Agar setaip langkah dan tujuan dapat di lakukan dengan baik penulis membuat rancangan penelitian dengan 5 tahap sebagai berikut :

1) Jadwal dan lokasi penelitian

Tahap pertama membuat agenda jadwal penelitian agar penelitian dapat teratur dan dapat menghemat waktu karena dalam melaksanakan penelitian penulis di beri waktu yang terbatas. Setelah itu menentukan lokasi untuk penelitian, penulis melakukan penelitian di lokasi gardu induk wonogiri 150kv.

2) Studi literatur

Tahap dua penulis melakukan studi literature yaitu mencari studi kasus tentang materi penelitian, permasalahan dan mempelajari materi tersebut dengan cara mencari di buku-buku atau melakukan wawancara dengan narasumber agar menjadi referensi dari penelitian yang di laksanakan.

3) Pengujian

Tahap tiga penulis melakukan kegiatan pengujian alat agar mendapat hasil dan data dari hasil uji coba. Pengujian adalah proses yang bertujuan untuk memastikan apakah semua fungsi sistem bekerja dengan baik dan mencari kesalahan yang mungkin terjadi pada sistem. Penulis melaksanakan tahap pengujian di gardu induk wonogiri 150kv.

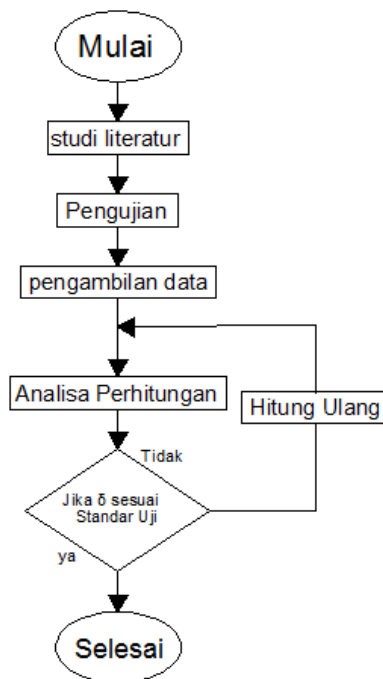
4) Pengambilan Data

Tahap empat penulis melakukan pengambilan data hasil pengujian yang sudah dilakukan. Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai hasil pengujian setelah itu data di simpan untuk di analisa.

5) Analisa data

Tahap lima penulis menganalisa hasil pengujian yang sudah di dapat dan melakukan analisa perhitungan tan delta yang bertujuan memastikan kecocokan hasil uji coba dan hasil perhitungan.

2.2 Flowchart penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan analisa pengujian bushing dari penelitian ini meliputi analisa metode isolasi bushing, analisa pengujian dan perhitungan tan delta di gardu induk wonogiri

3.1 Isolasi Bushing

Isolasi pada bushing merupakan metode pengaman agar bushing terhindar dari panas yang di sebabkan oleh arus yang mengalir terus-menerus sehingga menyebabkan panas pada bushing. Isolasi pada bushing terdiri dari dua jenis yaitu *oil impregnated paper* dan *resin impregnated paper*. pada isolasi tipe *oil impregnated paper* yang di gunakan adalah isolasi kertas dan minyak isolasi sedangkan pada tipe *resin impregnated paper* yang di gunakan adalah kertas isolasi dan resin (Sadewo, 2016). Bushing yang terdapat pada gardu induk wonogiri adalah bushing jenis kondensor, yaitu bushing yang menggunakan metode isolasi kertas dan minyak isolasi atau *oil impregnated paper*. Setelah metode ini selesai di lakukan tahap terakhir adalah melakukan pengujian tan delta yang bertujuan agar mengetahui kondisi bushing tersebut.

Tabel 1. *Name Plate Bushing*

Dsg	Serial	Mfr	Type	C1 δ %	C1Cap	C2 δ %	C2Cap	Kv	Amp	Year
H1	9615306	Reyr	OTHER	0,04	349	0,164	210	170	800	1996
H2	9618312	Reyr	OTHER	0,045	352	0,16	214	170	800	1996
H3	9618324	Reyr	OTHER	0,048	365	0,087	214	170	800	1996

3.2 Analisa dan Perhitungan Tan Delta

Pengujian tangen delta di lakukan bertujuan untuk mengetahui apakah isolasi pada bushing tersebut dalam kondisi masih sesuai standart atau tidak layak di gunakan. Pengujian ini menggunakan metode UST, yaitu pengujian ini digunakan pada bushing yang tersambung dengan beberapa peralatan lain yang berada didalam atau diluar trafo dimana perlengkapan tersebut tidak berpengaruh terhadap tap kapasitansi, *tap power factor* atau *flange* bushing yang dapat dipisahkan dengan tangki yang diketanahkan. Uji tangen delta biasanya menggunakan tegangan 10 KV yang di injeksi ke bushing fase R S T bagian primer pada transformator. Hasil pengujian tan delta pada metode C1, tan delta masih dibawah 0,5% yang menunjukkan bahwa kondisi isolasi utama bushing masih dalam kondisi baik (Badaruddin, 2016).

Tabel 2. Hasil pengujian tan delta bushing

ID	Serial	NP CAP	Test KV	mA	Watts	δ %	Corr	Cap(pF)	IR auto	IR man
H1	9615306	349	10.000	1,090	0,0390	0,36		350,54		
H2	9618312	352	10.000	1,102	0,0410	0,37		354,20		
H3	9618324	365	10.000	1,146	0,0460	0,40		368,34		

Analisis perhitungan pada bushing di lakukan untuk membandingkan perbandingan hasil perhitungan dengan hasil pengujian. Perhitungan di lakukan di semua bushing fase R S T.

Perhitungan tan delta bisa menggunakan rumus seperti ini:

Rumus :

$$S = \frac{V^2}{Z} \dots\dots\dots (1)$$

$$Z = \frac{V^2}{S} \dots\dots\dots (2)$$

$$Xc = \frac{V^2}{Q} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana untuk mencari Xc:

$$Xc = \frac{1}{\omega C} \dots\dots\dots (4)$$

Jadi, rumus Xc yang di dapat sebagai berikut:

$$Q = \frac{V^2}{Xc} \dots\dots\dots (5)$$

$$Q = \frac{V^2}{\frac{1}{\omega C}} \dots\dots\dots (6)$$

$$Q = V^2 \omega C \dots\dots\dots (7)$$

Jadi rumus tan delta sebagai berikut:

$$\tan \delta = \frac{P}{Q} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

δ : Delta

P : Daya (Watt)

V : Tegangan (Volt)

C : Capacitance (F)

$$\omega : 2\pi f$$

Dari hasil pengujian pada tabel 2. maka perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut:

Perhitungan bushing fase R :

Diket :

$$P : 0,0390 \text{ Watts}$$

$$V : 10 \text{ kV} = 10.000 \text{ Volt}$$

$$\omega : 2\pi f$$

$$C : 350,54 \text{ pF} = 350,54 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\begin{aligned} \tan \delta &= \frac{0,0390}{10.000^2 \times 2 \times 3,14 \times 50 \times 350,54 \times 10^{-12}} \times 100 \\ &= 0,36 \% \end{aligned}$$

Jadi hasil dari pengujian tan delta pada bushing fase R adalah 0,36 % yang menunjukkan bahwa bushing pada fase tersebut masih dalam kondisi baik dan layak digunakan.

Perhitungan bushing fase S :

Diket :

$$P : 0,0410 \text{ Watts}$$

$$V : 10 \text{ kV} = 10.000 \text{ Volt}$$

$$\omega : 2\pi f$$

$$C : 354,20 \text{ pF} = 354,20 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\begin{aligned} \tan \delta &= \frac{0,0410}{10.000^2 \times 2 \times 3,14 \times 50 \times 354,20 \times 10^{-12}} \times 100 \\ &= 0,37 \% \end{aligned}$$

Jadi hasil dari pengujian tan delta pada bushing fase S adalah 0,37 % yang menunjukkan bahwa bushing pada fase tersebut masih dalam kondisi baik dan layak digunakan.

Perhitungan bushing fase T :

Diket :

$$P : 0,0460 \text{ Watts}$$

$$V : 10 \text{ kV} = 10.000 \text{ Volt}$$

$$\omega : 2\pi f$$

$$C : 368,34 \text{ pF} = 368,34 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\tan \delta = \frac{0,0460}{10.000^2 \times 2 \times 3,14 \times 50 \times 368,34 \times 10^{-12}} \times 100$$

$$= 0,40 \%$$

Jadi hasil dari pengujian tan delta pada bushing fase T adalah 0,40 % yang menunjukkan bahwa bushing pada fase tersebut masih dalam kondisi baik dan layak digunakan.

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa kondisi semua bushing masih dalam sesuai standart pengujian tan delta . Standart pengujian tan delta adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Standart Pengujian Tan Delta

Hasil Uji	Kondisi
$\leq 0,5 \%$	Bagus
0,5-0,7 %	Mengalami penurunan
$\geq 1,0 \%$	Jelek

Tabel 4. Name Plate Transformator

Company	PL TJBT	Serial Number	PTD 1662/09
Location	GI Wonogiri	Special ID	Trafo 2
Division	BC Surakarta	Circuit Designation	Bay Trafo 2
Manufacturer	GECA	Configuration	Y-Y-D
Yr.Manufactured	1996	Tank Type	SEALED-CONSER
Mfr.Location	England	Class	ONAN/ONAF
Winding Config.(H-L)	Wye-Wye	Coolant	IOL
Winding Config.(H-T)	Wye-Delta	Oil Volume	10.1 TN
Winding Config.(L-T)	Wye-Delta	Weight	96.7 TN
Phase	3	BIL	650 kV
kV	150,20,	VA Rating	60, 60, , MVA

4. PENUTUP

Hasil penilitan pengujian bushing yang telah dilakukan di Gardu Induk Wonogiri dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui kondisi isolasi pada konduktor bushing menggunakan metode tan delta

- 2) Pengujian tan delta pada bushing di gardu induk wonogiri menggunakan tegangan injeksi 10 KV
- 3) Bushing yang terdapat pada gardu induk wonogiri masih dalam kondisi layak di gunakan.
- 4) Hasil dari setiap fase pengujian bushing menghasilkan nilai tan delta yang berbeda-beda
- 5) Jika nilai tan delta bushing tidak dalam kondisi nilai standart uji coba maka bushing tersebut harus di ganti.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penelitian tugas akhir sebagai berikut :

- 1) Terima Kasih kepada Allah SWT dengan pertolongan dan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan mata kuliah tugas akhir.
- 2) Terima kasih kepada keluarga terutama bapak dan ibu yang selalu mendukung penulis dengan doa dan nasehatnya.
- 3) Terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen teknik elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang sudah memberi banyak ilmu teori maupun praktek.
- 4) Terima kasih kepada teman-teman SMK dan kuliah terutama teman-teman kelas C yang telah menemani penulis dan membantu.
- 5) Teman-teman seperjuangan angkatan 2014 yang selalu berjuang untuk wisuda.
- 6) Terima kasih kepada Bapak Eka Purwanta selaku supervisor GI Wonogiri yang sudah memberi ilmu tentang penelitian ini.
- 7) Serta pihak lain mohon maaf sebesar-besarnya jika saya tidak bisa menyebutkan satu per satu semua yang telah memberikan dukungan, bantuan dan doa.

DAFTAR PUSTAKA

- Badaruddin, 2016, *Penilaian Kondisi Transformator Daya Pada PT.X*, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Universitas Mercu Buana, Oktober 2016.
- Fadly, 2014, *Analisa Pengujian Tahanan Isolasi Trafo Daya 10MVA 70/20KV Pada Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang*, Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya, Juli 2014.
- Suripto, 2016, *Pengujian Karakteristik Minyak Transformator Gedung 72 Batan Serpong*,

Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir- BATAN Gedung 71, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, November 2016.

Bayu Ilham Novriansyah, 2016, *Perhitungan Indeks Polarisasi Pada Transformator 18 MVA Di Gardu Induk Karamasan PT.PLN (Persero) Pembangkitan Sektor Karamasan*, Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Surabaya, Juli 2016.

Tiras Ari Sadewo, 2016, *Pengaturan Tegangan Sisi Sekunder Pada Transformator Daya I 60 MVA 150/20 kV Dengan Pengubah Tap Berbeban Di Gardu Induk Karamasan PT. PLN*, Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya, Juli 2016.